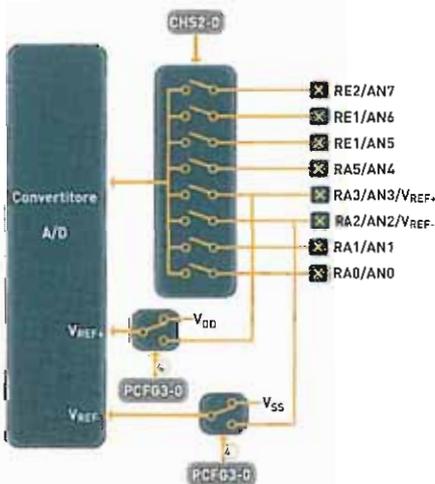


Il convertitore A/D dei PIC16F87X

Tutti i modelli dei PIC 16F87X hanno al loro interno un convertitore A/D del tipo ad approssimazioni successive, da 10 bit di risoluzione. I componenti che hanno 28 pin dispongono di 5 canali di ingresso per questo convertitore, e quelli da 40 pin di 8 canali. Nei PIC16F870/3/6 i 5 canali di ingresso sono supportati dai piedini della porta A. Per il loro funzionamento hanno bisogno di tensioni di riferimento chiamate V_{ref+} e V_{ref-} , che sono selezionate via software e che possono derivare direttamente da V_{DD} e V_{SS} del microcontroller o da altre tensioni esterne che vengono applicate ai pin RA2/AN2/ V_{ref-} e RA3/AN3/ V_{ref+} .

Registri di lavoro e controllo

Il funzionamento del convertitore A/D, richiede 4 registri specifici:



Struttura interna del circuito di ingresso del convertitore A/D e delle tensioni di riferimento.

ADRESH: Contiene la parte alta del risultato della conversione.

ADRESL: Contiene la parte bassa del risultato della conversione.

ADCON0: Registro di controllo 0.

ADCON1: Registro di controllo 1.

I due bit più significativi da ADCON0 (ADCS1:0) servono per selezionare la frequenza di clock che si utilizza nella conversione e che è riportata nella tabella della figura. Il tempo impiegato nella conversione di ogni bit viene definito T_{AD} , e quando si lavora con 10 bit di risoluzione sono necessari un minimo di $12 T_{AD}$ per terminare la conversione. Nei PIC16F87X, la durata minima di T_{AD} è di 1,6 microsecondi. I bit CHS2:0 di ADCON0 selezionano il canale

ADCS1:0	T_{AD}
00	$2 \cdot T_{osc}$
01	$8 \cdot T_{osc}$
10	$32 \cdot T_{osc}$
11	Oscillatore RC interno nel C A/D

Selezione della frequenza di lavoro del convertitore A/D e del tempo T_{AD} .



Struttura interna dei registri di controllo ADCON0 e ADCON1.

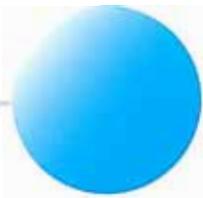
T_{AD}	SELEZIONE T_{AD}	FREQUENZA DI LAVORO			
		20 MHz	5 MHz	1,25 MHz	333,33 kHz
$2 \cdot T_{osc}$	00	100 ns	400 ns	1,6 μ s	6 μ s
$8 \cdot T_{osc}$	01	400 ns	1,6 μ s	6,4 μ s	24 μ s
$32 \cdot T_{osc}$	10	1,6 μ s	6,4 μ s	2,6 μ s	96 μ s
RC	11	2-6 μ s	2-6 μ s	2-6 μ s	2-6 μ s

Valori che assume T_{AD} per differenti frequenze di lavoro.

CHS2:0	CANALE
000	Canale 0 (RA0/AN0)
001	Canale 1 (RA1/AN1)
010	Canale 2 (RA2/AN2)
011	Canale 3 (RA3/AN3)
100	Canale 4 (RA5/AN4)
101	Canale 5 (RE0/AN5). I PIC16F87X da 28 pin non hanno questo canale
110	Canale 6 (RE1/AN6). I PIC16F87X da 28 pin non hanno questo canale
111	Canale 7 (RE2/AN7). I PIC16F87X da 28 pin non hanno questo canale

Selezione del canale di ingresso per il convertitore A/D.

tramite il quale si applica il segnale analogico da convertire, come riportato nella tabella della figura. Per iniziare la conversione bisogna impostare a 1 il bit GO/DONE# di ADCON0. Rimarrà a 1 durante tutta la conversione, e passerà automaticamente a zero quando essa termina. Il bit ADON serve per abilitare (1) o disabilitare (0) il funzionamento del convertitore A/D.



PCFG3-0	AN7/RE2	AN6/RE1	AN5/RE0	AN4/RA5	AN3/RA3	AN2/RA2	AN1/RA1	AN0/RA0	VREF+	VREF-	CHAN/REFS
0000	A	A	A	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	8/1
0001	A	A	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	V _{SS}	7/1
0010	D	D	D	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	5/0
0011	D	D	D	A	VREF+	A	A	A	RA3	V _{SS}	4/1
0100	D	D	D	D	A	D	A	A	V _{DD}	V _{SS}	3/0
0101	D	D	D	D	VREF+	D	A	A	RA3	V _{SS}	2/1
011X	D	D	D	D	D	D	D	D	V _{DD}	V _{SS}	0/0
1000	A	A	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	6/2
1001	D	D	A	A	A	A	A	A	V _{DD}	V _{SS}	6/0
1010	D	D	A	A	VREF+	A	A	A	RA3	V _{SS}	5/1
1011	D	D	A	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	4/2
1100	D	D	D	A	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	3/2
1101	D	D	D	D	VREF+	VREF-	A	A	RA3	RA2	2/2
1110	D	D	D	D	D	D	D	A	V _{DD}	V _{SS}	1/0
1111	D	D	D	D	VREF+	VREF-	D	A	RA3	RA2	1/2

Impostazione dei pin come canali di ingresso per il convertitore A/D o linee di I/O digitali.

Il bit ADFM, che è il più significativo del registro ADCON1, seleziona il formato del risultato della conversione. Se vale 1, il risultato di 10 bit sarà giustificato "a destra", con gli 8 bit meno significativi nel registro ADRESL e i 2 più significativi nel registro ADRESH; questo registro quindi avrà i suoi 6 bit più significativi a 0 e solamente i 2 meno significativi occupati dal risultato. I quattro bit rimanenti di ADCON1 (PCFG3:0) servono per configurare i piedini del microcontroller come canali di ingresso oppure come linee di I/O, e la loro configurazione è riportata nella tabella della figura.

Realizzazione di una conversione

Nell'organigramma della figura, è riportata la conversione dei PIC16F87X, che si realizza in sei fasi che commenteremo brevemente.

1ª FASE: Configurazione del convertitore A/D.

Si selezionano i canali di ingresso con ADCON1. Selezione del clock per la conversione con ADCON0. Selezione del canale di ingresso da convertire con ADCON0. Abilitazione per il funzionamento del

convertitore con ADCON0.

2ª FASE: Abilitazione dell'interrupt al termine della conversione.

Cancellare il flag ADIF. Abilitazione dell'interrupt del convertitore ADIE = 1. Abilitazione globale GIE = PEIE = 1.

3ª FASE: Tempo di attesa nella fase di acquisizione del campione da convertire.

4ª FASE:

Inizio della conversione.

Impostare il bit GO/DONE# = 1.

5ª FASE:

Tempo della conversione.

Si determina la fine della conversione testando quando GO/DONE# = 0. Si determina la fine della conversione quando il flag ADIF = 1. Si determina la fine della conversione quando si produce un interrupt.

6ª FASE: Lettura del risultato della conversione.

Leggere il risultato di ADRESH:ADRESL. Impostare ADIF = 0. Prima di iniziare una nuova conversione attendere come minimo $2 \cdot T_{AD}$.

Organigramma di un'operazione di conversione nei PIC16F87X.

